



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 10 127 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
G 01 P 3/00
G 01 P 3/42
G 01 P 3/481

②① Aktenzeichen: P 44 10 127.9
②② Anmeldetag: 24. 3. 94
④③ Offenlegungstag: 28. 9. 95

DE 44 10 127 A 1

⑦① Anmelder:

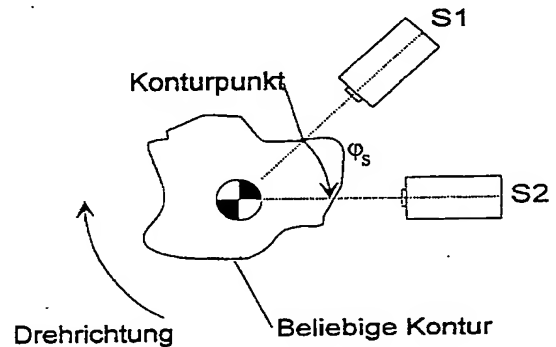
Hinz, Michael, 38106 Braunschweig, DE; Tumm,
Hardo, 38108 Braunschweig, DE

⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

⑤④ Drehzahlmeßvorrichtung zur Bestimmung von Drehgeschwindigkeiten- und beschleunigungen an rotierenden Teilen mit beliebiger Kontur

⑤⑦ Mit dieser Vorrichtung ist es nun möglich, sowohl ohne jegliche Hilfselemente (Teilscheiben) als auch ohne Drehbeschleunigungssensoren (z. B. piezoelektrische Aufnehmer) die Drehbeschleunigung und die Drehgeschwindigkeit an beliebig geformten rotierenden Konturen mit fester Rotationsachse sehr genau zu messen. Dabei werden zwei Sensoren (z. B. induktive oder kapazitive) verwendet. Die beiden Sensoren sind radial in einem fest, aber beliebig einstellbaren Winkel zur Drehachse der rotierenden Kontur angeordnet. Dabei wird die Zeit gemessen, die ein beliebiger Konturpunkt zum Durchfahren zwischen den beiden Sensoren braucht. Auf diese Weise erzeugt ein beliebiger Konturpunkt ein Meßsignal M1 zum Zeitpunkt t_1 am Sensor S1, und zeitlich verschoben zum Zeitpunkt t_2 am Sensor S2 ein Meßsignal M2, welches vom Niveau gleich dem Meßsignal M1 ist. Die Zeit $t_1 - t_2$, die dabei gemessen wurde, ist ein Maß für die momentane Drehzahl und damit für die Drehgeschwindigkeit.



DE 44 10 127 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 039/259

5/29

Die Erfindung kommt aus dem Gebiet der Meßtechnik.

Herkömmliche Drehzahlmeßsysteme sind abhängig von der Kontur des rotierenden Meßobjektes und beschränken sich zur Zeit auf die Drehzahlmessung an rotierenden Zahnrädern mit fester Rotationsachse. Hierbei haben Zahnteilungsfehler sowie Zahnform und andere Fertigungstoleranzen Einfluß auf die Meßergebnisse. Deshalb wird nicht direkt am Meßobjekt Zahnrad gemessen, sondern indirekt mit einer sehr genauen Teilscheibe, die koaxial fest mit dem Meßobjekt verbunden wird. Hierbei werden die Impulse der Teilscheibe in einem bestimmten Zeitraum gezählt und somit die Drehzahl ermittelt. Die Genauigkeit der Messung ist abhängig vom Teilungsfehler der Teilscheibe, ihre Auflösung vom Auflösungsgrad der Teilscheibe. Hochauflösende Teilscheiben sind sehr teuer, weil sie einen erheblichen Fertigungsaufwand erfordern.

Hersteller derartiger Meßsysteme:

- IRION & VOSSELER GmbH & CO
- SONY (System Magnescale)
- ROTEC GmbH Prüfsysteme für den Maschinenbau.

Das Problem besteht darin, an sich drehenden Zahnrädern in Getriebegehäusen die Drehbeschleunigung und die Drehzahl zu messen. Dieses ist nur über die im 2. Absatz beschriebenen Teilscheiben oder Drehbeschleunigungssensoren möglich, die z. B. bei Fahrzeuggetrieben aus Platzgründen nicht eingebaut werden können. Außerdem muß bei Drehbeschleunigungssensoren das gemessene Signal vom rotierenden Teil über Schleifkontakte oder Telemetrie abgegriffen werden, was auf Grund der sehr kompakten Bauweise nicht möglich ist.

Die Erfindung für die in den Patentansprüchen Schutz begehrt wird besteht aus einer Meßvorrichtung mit deren Hilfe Drehzahlen und Drehbeschleunigungen berührungslos gemessen werden können, wobei das rotierende Objekt eine beliebige Kontur aufweisen darf (siehe Fig. 1). Das bedeutet, daß z. B. bei Zahnrädern Fehler in der Form und der Teilung auftreten dürfen, die keinen Einfluß auf die gemessene Drehzahl haben.

Die Erfindung besteht aus zwei, die Kontur des rotierenden Teiles mit fester Drehachse, berührungslos abtastenden Sensoren, welche die Drehzahl aufnehmen und in zwei elektrische Meßsignale (M1, M2) umformen. Aus deren Phasenlage kann die Drehzahl bestimmt werden (siehe Fig. 2). Die beiden Sensoren S1 und S2 sind radial in einem fest, aber beliebig einstellbaren Winkel zur Drehachse der rotierenden Kontur angeordnet (siehe Fig. 1). Dabei wird die Zeit gemessen, die ein beliebiger Konturpunkt zum Durchfahren zwischen den beiden Sensoren braucht. Auf diese Weise erzeugt ein beliebiger Konturpunkt ein Meßsignal M1 zum Zeitpunkt t_1 am Sensor S1, und zeitlich verschoben zum Zeitpunkt t_2 am Sensor S2 ein Meßsignal M2, welches vom Niveau gleich dem Meßsignal M1 ist (siehe Fig. 2). Die Zeit $t_1 - t_2$, die dabei gemessen wurde, ist ein Maß für die momentane Drehzahl und damit für die Drehgeschwindigkeit. Die Messung erfolgt immer an demselben Konturpunkt und ist somit unabhängig von der globalen Kontur des rotierenden Teiles. Eine relative Drehzahländerung (Drehbeschleunigung) kann ohne Kenntnis des Sensorwinkels ϕ_s (siehe Fig. 1 und 3) der Sensoren bestimmt werden. Durch Messung des Sensorwinkels

ϕ_s kann leicht die absolute Drehzahl bestimmt werden.

Mit dieser Vorrichtung ist es nun möglich, Drehzahlen und damit Drehgeschwindigkeiten, sowie Drehbeschleunigungen an rotierenden Teilen mit fester Rotationsachse mit nur zwei Sensoren zu messen. Gemessen wird direkt am Objekt (siehe Fig. 3). Ein Anwendungsgebiet ist eine genaue Drehzahlbestimmung direkt an Zahnrädern in Fahrzeuggetrieben.

Durch die neue Meßvorrichtung wird die bisher verwendete aufwendige Teilscheibe eingespart. Es ist eine sehr hohe Auflösung der Messung möglich, die nur von der Abtastrate des Meßwertaufnahmesystems abhängt. Mit dieser Vorrichtung kann jegliche Art von rotierenden Konturen gemessen werden, da die Messung von der Kontur des Meßobjektes unabhängig ist. Durch die direkte Messung am Objekt können auch Drehbeschleunigungen unverfälscht ermittelt werden.

Eine mögliche Ausführung

Es werden zwei induktive Aufnehmer verwendet, die berührungslos die Kontur eines beliebigen Zahnrades abtasten (siehe Fig. 3). Mit einer Meßkarte (A/D-Wandler) und einem PC werden die Meßdaten (Spannungssignale der Sensoren S1 und S2) unter Zuhilfenahme eines Softwareprogrammes erfaßt und ausgewertet (Blockschaltbild siehe Fig. 4). Der Aufbau wurde realisiert. Fig. 5 zeigt exemplarisch den mit dieser Anwendung gemessenen Drehzahlverlauf an einem Kettenrad, das ungleichmäßige Teilung und unterschiedliche Zahnhöhen aufweist. Deutlich wird der Einbruch im Drehzahlverlauf (erste Ordnung), der sich auf eine Unwucht des Zahnrades zurückführen läßt. Mit dieser Anwendung ist eine Messung der Drehzahlschwankung im Bereich von ca. 0,5% möglich und bestätigt die Güte der Meßvorrichtung.

Patentansprüche

1. Drehzahlmeßvorrichtung zur Bestimmung von Drehgeschwindigkeiten und -beschleunigungen an rotierenden Teilen mit beliebiger Kontur, dadurch gekennzeichnet, daß zwei, berührungslos abtastende Sensoren die Kontur des rotierenden Teiles mit fester Drehachse, aufnehmen und in zwei elektrische Meßsignale umformen, aus deren Phasenlage die Drehzahl bestimmt werden kann. Die beiden Sensoren sind radial in einem fest, aber beliebig einstellbaren Winkel zur Drehachse der rotierenden Kontur angeordnet. Dabei wird die Zeit gemessen, die ein beliebiger Konturpunkt zum Durchfahren zwischen den beiden Sensoren braucht. Auf diese Weise erzeugt ein beliebiger Konturpunkt ein Meßsignal M1 zum Zeitpunkt t_1 am Sensor S1, und zeitlich verschoben zum Zeitpunkt t_2 am Sensor S2 ein Meßsignal M2 welches vom Niveau gleich dem Meßsignal M1 ist. Die Zeit $t_1 - t_2$, die dabei gemessen wurde, ist ein Maß für die momentane Drehzahl und damit für die Drehgeschwindigkeit. Die Messung erfolgt immer an demselben momentanen Konturpunkt und ist somit unabhängig von der globalen Kontur des rotierenden Teiles.
2. Drehzahlmeßvorrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Drehzahlen und Drehbeschleunigungen an beliebig geformten rotierenden Zahnrädern mit fester Rotationsachse gemessen werden können, z. B. in Getrieben durch

einfache Anbringung von nur zwei Meßsensoren.
Fehler in der Zahnform sowie der Zahnteilung haben keinen Einfluß auf die gemessene Drehgeschwindigkeit bzw. Drehbeschleunigung.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

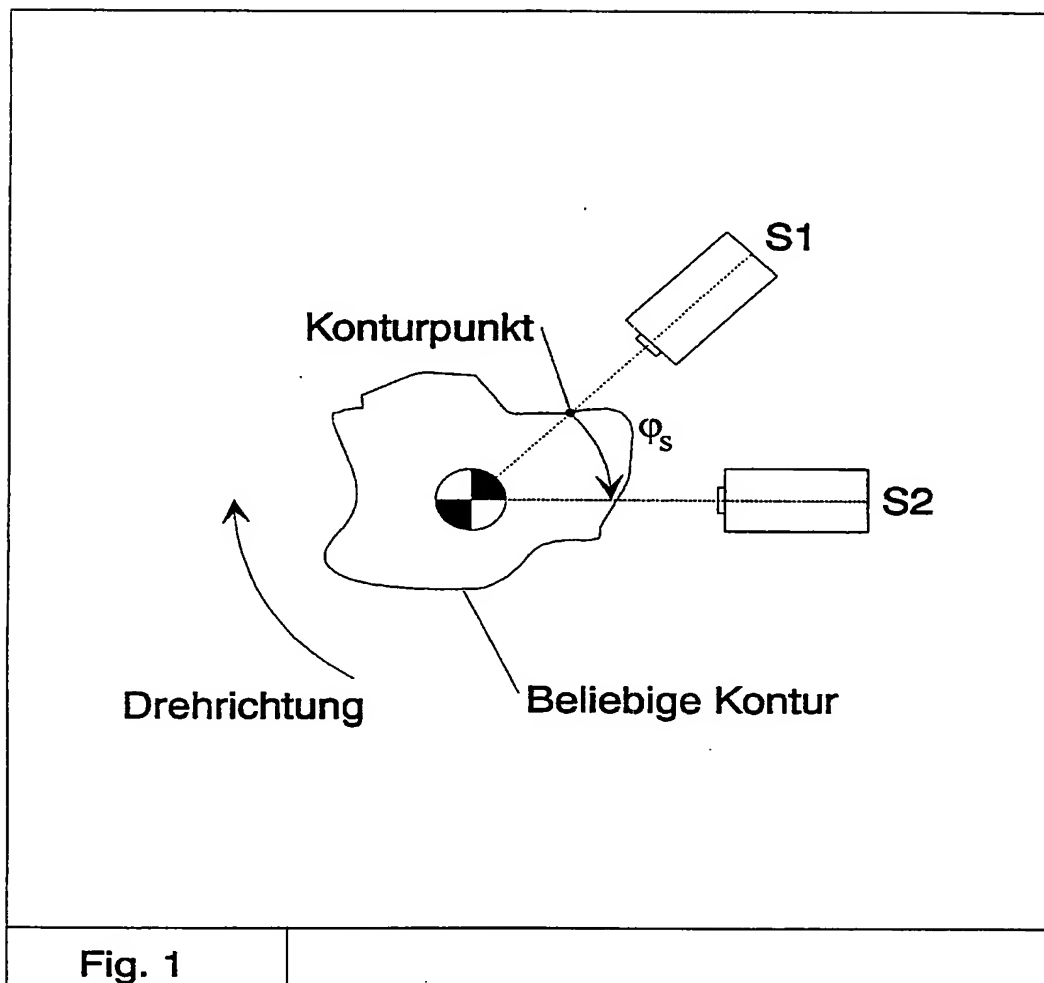
55

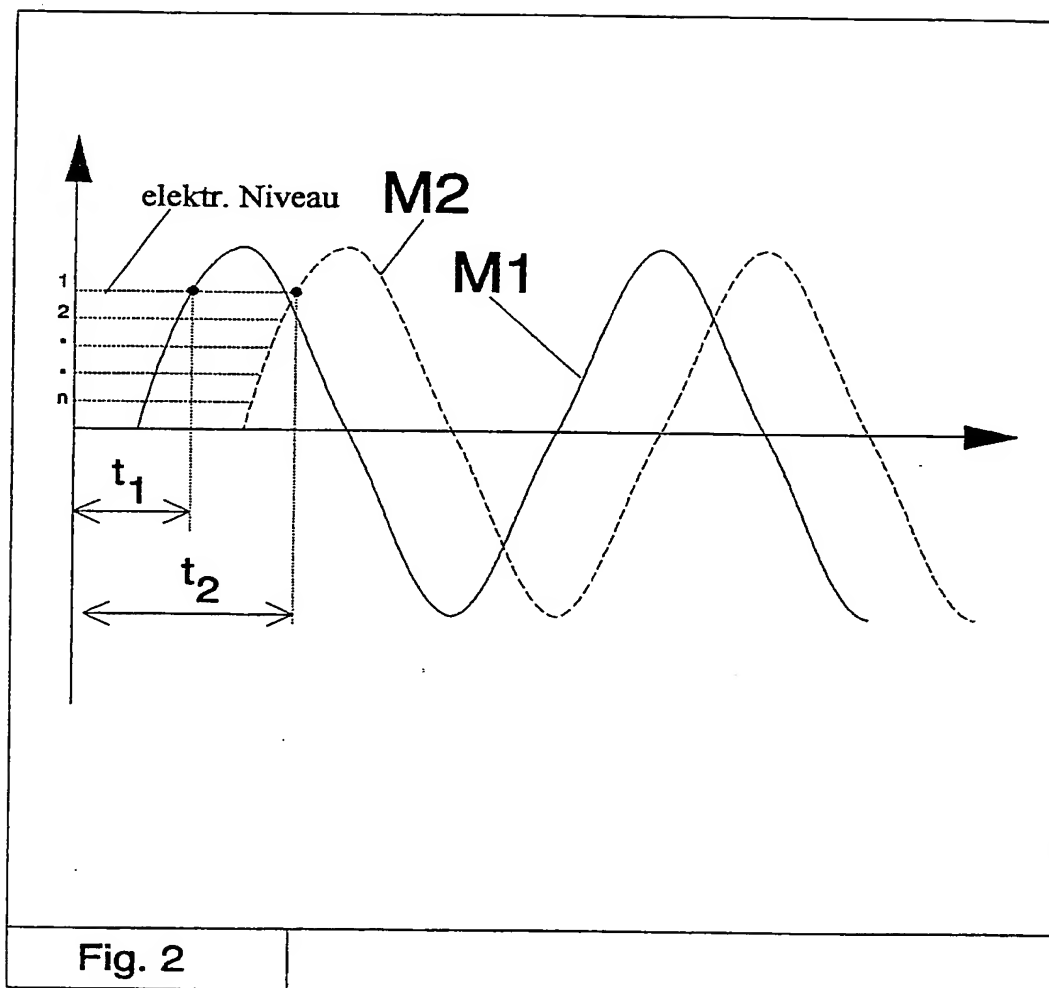
60

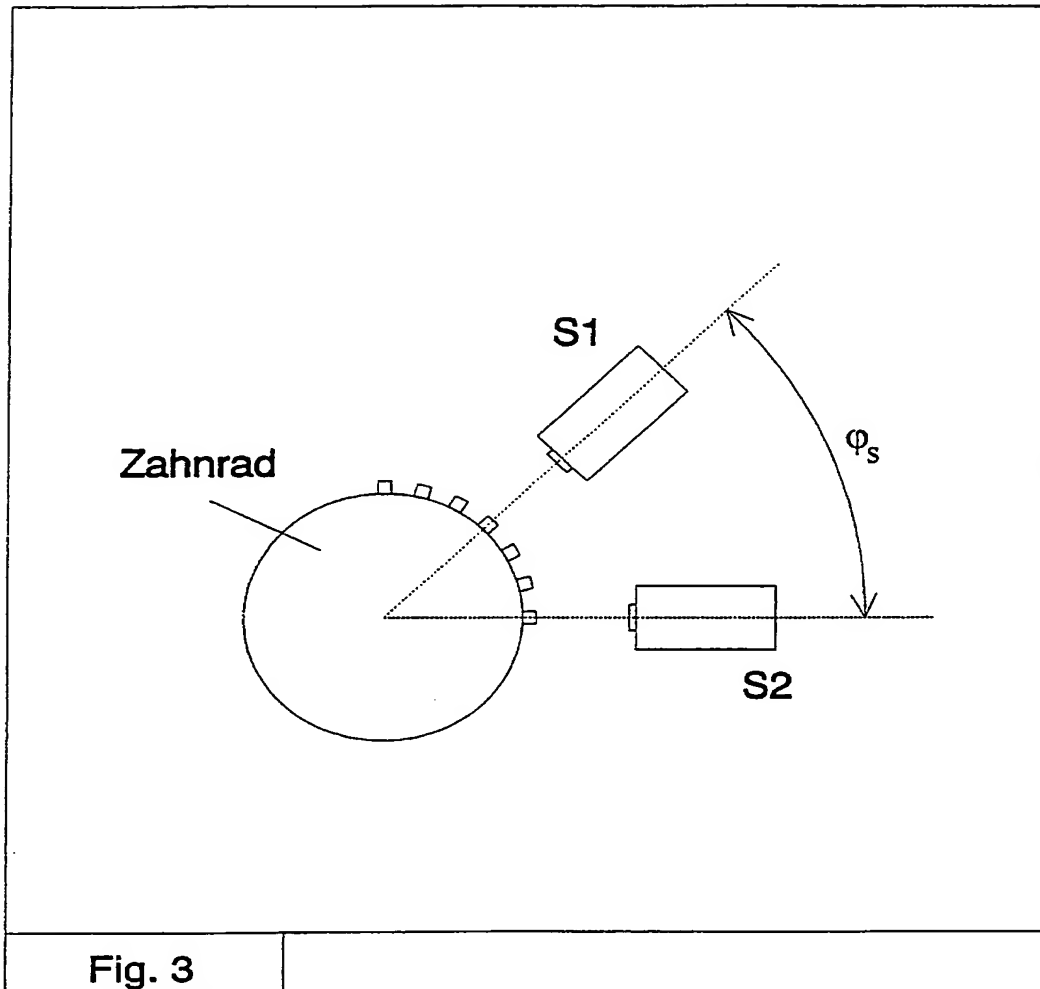
65

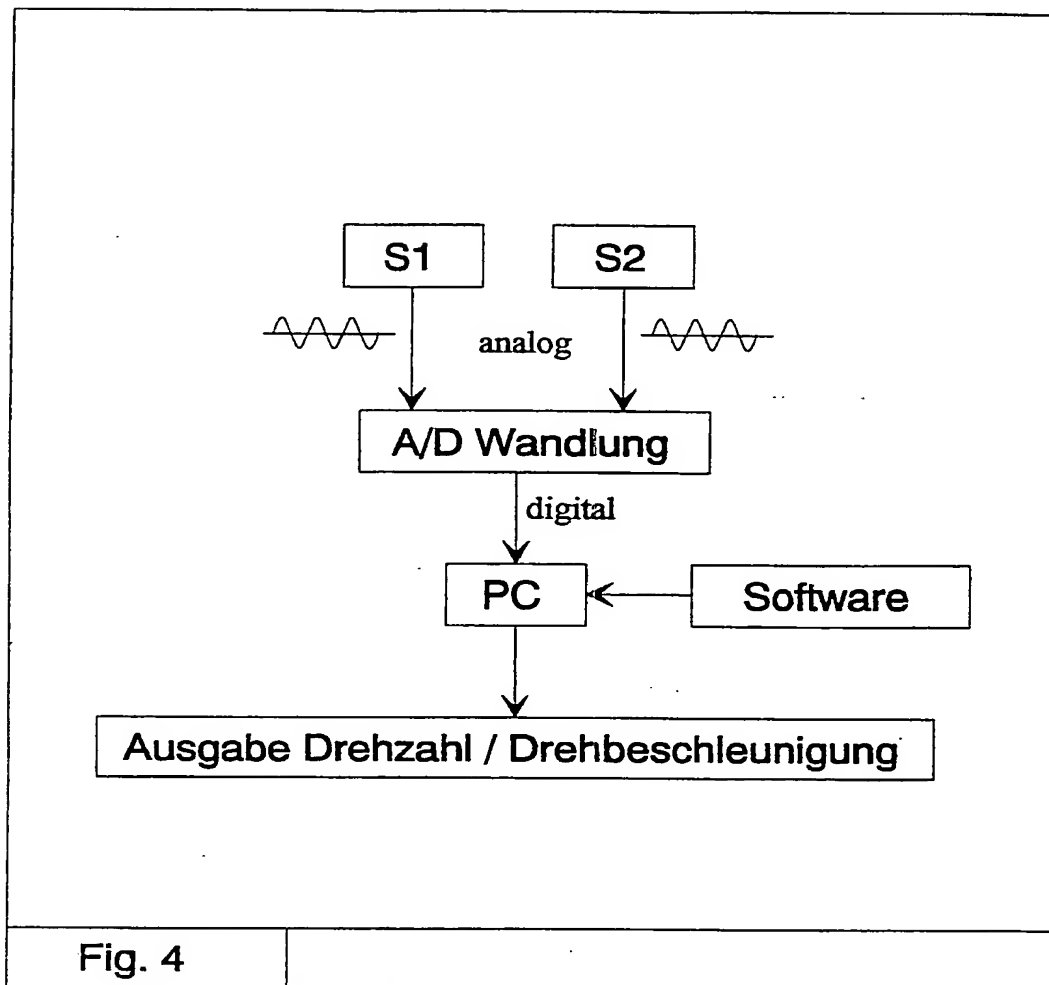
X

5









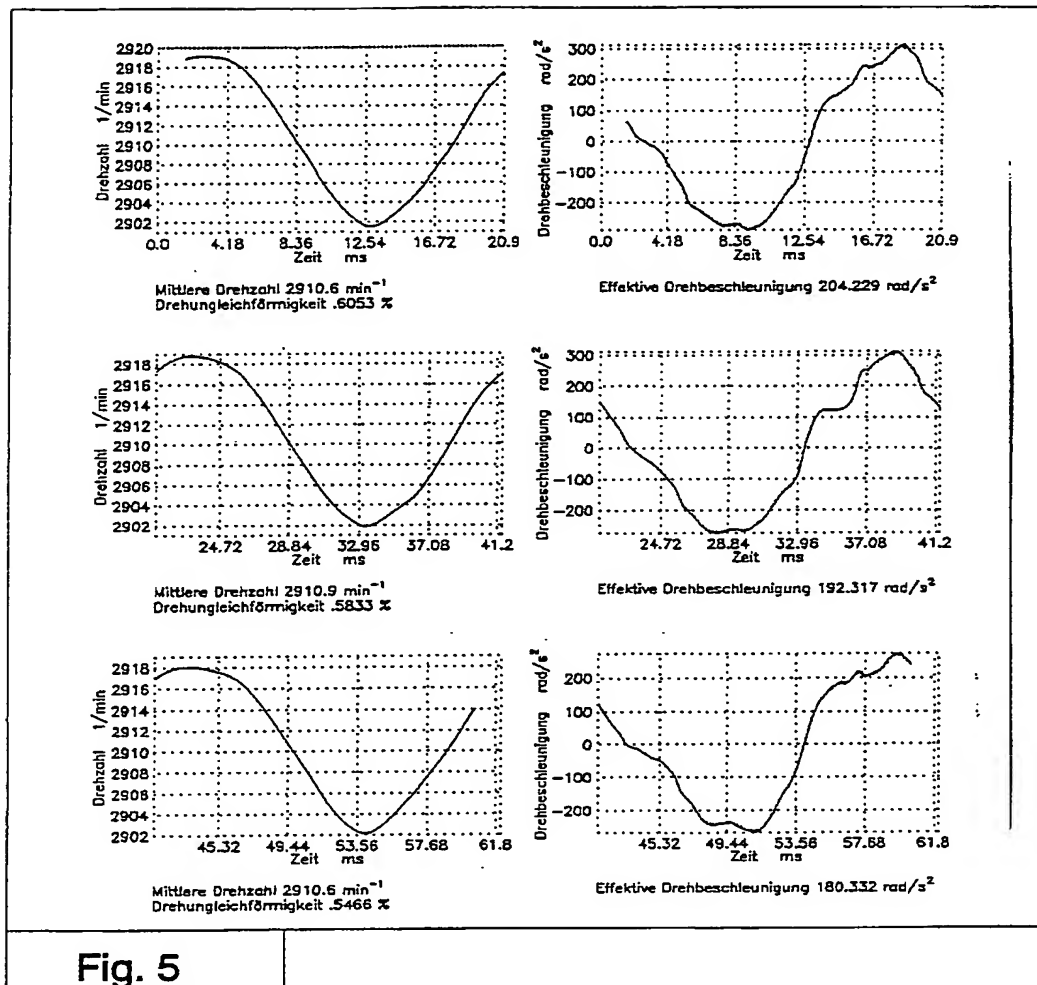


Fig. 5

intern

An:

Corporate Technology

☒ Zeichnerei München
(Hrn. Carrera, CT IP S AM, Mch P/Ri)
Fax: +49-89 636 81764
CTIPS.DrawingMchm@mchm.siemens.de

Name Gabriele Habla
Standort Mch P/Ri
Telefon +49 89 636 82911

☐ Zeichnerei Erlangen
(Hrn. Wunderlich, CT IP S AE, Erl S)
Fax: +49-9131 7 31406
CTIPS.DrawingErl@erls.siemens.de

Unser Zeichen 200317299

Datum 18.Dec.2003

Auftrag: Prioritätszeichnung einstellen

Zeichnung zur Erstanmeldung

(= Zeichnung_Priorität / vorläufig =F-AKZ_prio.pdf, vorschriftsmäßig =F-AKZ_reg_prio.pdf)

☐ Beiliegende Zeichnung wurde von Zeichnerei geliefert und nicht mehr geändert

☐ Notanmeldung, keine vorschriftsmäßige Zeichnung erstellen
(Hinweis für Zeichnerei: Fristen PRIDRAW und 20008F manuell löschen)

Anzahl Figuren:3

Sig. Figur: 2

PIV: Keil

Outfarmanwalt:
mbH

Epping Hermann & Fischer Patentanwalts-gesellschaft

Vollvertretender Anwalt:

Anlagen
Zeichnung(en) 3fach
Kopie des Auftrages
Ggf. Bezugszeichenliste 3fach

gez.: Habla

intern

An:

Corporate Technology

☒ Zeichnerei München
(Hrn. Carrera, CT IP S AM, Mch P/Ri)
Fax: +49-89 636 81764
CTIPS.DrawingMchm@mchm.siemens.de

Name Gabriele Habla
Standort Mch P/Ri
Telefon +49 89 636 82911

☐ Zeichnerei Erlangen
(Hrn. Wunderlich, CT IP S AE, Erl S)
Fax: +49-9131 7 31406
CTIPS.DrawingErl@erls.siemens.de

Unser Zeichen 200317299
Datum 18.Dec.2003

Auftrag: Prioritätszeichnung einstellen

Zeichnung zur Erstanmeldung

(= Zeichnung_Priorität / vorläufig =F-AKZ_prio.pdf, vorschriftsmäßig =F-AKZ_reg_prio.pdf)

☐ Beiliegende Zeichnung wurde von Zeichnerei geliefert und nicht mehr geändert

☐ Notanmeldung, keine vorschriftsmäßige Zeichnung erstellen
(Hinweis für Zeichnerei: Fristen PRIDRAW und 20008F manuell löschen)

Anzahl Figuren:3**Sig. Figur: 2****PIV: Keil**

Outfarmanwalt:
mbH

Epping Hermann & Fischer Patentanwaltsgesellschaft

Vollvertretender Anwalt:

Anlagen

Zeichnung(en) 3fach

Kopie des Auftrages

Ggf. Bezugszeichenliste 3fach

gez.: Habla